



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

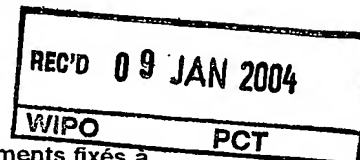
PCT 11B 03 / 0603L  
#2

PCT 11B 03 / 6034

Bescheinigung

Certificate

Attestation



Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03100025.0

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03100025.0  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 09.01.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G06K9/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen, insbesondere Hautabdruckbildern.

5

Für die Extraktion von Eigenschaften, beispielsweise in Hautabdruckbildern, wie Fingerabdrucken, ist eine binäre Darstellung der Strukturen möglichst weitgehend ohne störende Einflüsse besonders wichtig. Zur Hervorhebung von linienförmigen Strukturen haben sich Gabor-Filter bewährt, die deshalb auch bei der Vorverarbeitung von Finger-  
10 abdruckbildern benutzt werden. Gabor-Filter erfordern jedoch einen erheblichen Rechenaufwand wegen der Faltung der Filtermatrix mit den Bildelementen des Bildes. Dabei ist eine Anpassung der Gabor-Filter auch an die wechselnde Richtung der Strukturen erforderlich.

15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit möglichst geringem Aufwand ein qualitativ hochwertiges Binärbild zu erzeugen, das anschließend zur Merkmals-Extraktion genutzt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass Flächen ermittelt werden,  
20 die sich jeweils durch eine vorgegebene ungefähre Richtung der Strukturen auszeichnen und dass die ermittelten Flächen des Bildes mit jeweils einem an die Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist folgende Vorteile auf:

25

- a. Geringer Rechenaufwand zur Herstellung eines qualitativ hochwertigen Binärbildes eines Fingerabdrucks.
- b. Die Auflagefläche (engl. "region of interest") fällt als Nebenprodukt ab.
- c. Eine Qualitätsbestimmung des Bildes ist in einfacher Weise möglich.

- d. Die Bereiche einheitlicher Richtung können verwendet werden, um die Suche nach Singularitäten (Unstetigkeiten im Richtungsfeld des Fingerabdrucks, im Englischen je nach Typ üblicherweise mit "Core" oder "Delta" bezeichnet) einzugrenzen.
- 5 Das Verfahren kommt mit Bildern geringer Farbtiefe aus. Tests mit Bildern mit 16 Graustufen führten zu gleichwertigen Ergebnissen wie mit Bildern mit 256 Graustufen.

- Es sind zwar verschiedene Verfahren, beispielsweise Gradienten-Verfahren, zur Bestimmung der Richtung von Strukturen bekannt. Eine vorteilhafte Ausgestaltung des
- 10 erfindungsgemäßen Verfahrens besteht jedoch darin, dass die Ermittlung der Flächen Kachel für Kachel, in welche das Bild aufgeteilt ist, mit weiteren Gabor-Filtern entsprechender Richtung erfolgt. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass vier weitere Gabor-Filter angewandt werden. Ferner ist dabei besonders günstig, wenn die
- 15 Richtungen der weiteren Gabor-Filter durch die Winkel von  $22,5^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $112,5^\circ$  und  $157,5^\circ$  zu einer Kante des Bildes bestimmt sind. Diese Filter, die primär dazu bestimmt sind, die Richtung der Struktur zu ermitteln, können stark vereinfacht sein, so dass der Rechenaufwand hierfür gering ist.

- Zur Bestimmung der Richtung kann ferner vorgesehen sein, dass zur Ermittlung der
- 20 Flächen aus den Filterantworten Kachel für Kachel, in welche das Bild aufgeteilt ist, jeweils eine Varianz der jeweiligen Filterantwort abgeleitet wird und dass Kacheln mit einer Varianz, die größer als ein vorgegebener Schwellwert ist, der jeweiligen Fläche zugeordnet werden.

- 25 Die Ableitung der Varianzen erfolgt bei einer vorteilhaften Ausgestaltung dieser Weiterbildung dadurch, dass die Ableitung der Varianzen für Kacheln erfolgt, die sich überlappen. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass bei einer Auflösung von etwa 500 dpi die zur Ableitung der Varianz benutzten Kacheln eine Größe von  $16 \times 16$  Bildelementen aufweisen, die jeweils in Schritten von acht Bildelementen verarbeitet
- 30 werden.

Die somit gebildeten Flächen verschiedener Leisten-Richtungen weisen häufig vereinzelte kleine Flächen, kleine Spitzen und kleine Einbuchtungen auf, die bei einer anderen Weiterbildung dadurch geglättet werden, dass die Bildelemente durch Glättungsfilter an die jeweils überwiegende Umgebung des jeweiligen Bildelements  
5 angepasst werden.

Selbst etwas größere einzelne Flächen können zu Fehlern führen, so dass diese gemäß einer anderen Weiterbildung dadurch von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen werden, dass der Flächeninhalt der bisher ermittelten Flächen bestimmt wird und dass  
10 Flächen, deren Inhalt unter einer vorgegebenen Größe liegt, unterdrückt werden. Dazu ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Flächeninhalt durch Umfahren der Flächen mit Hilfe eines Kantenverfolgungsalgorithmus ermittelt wird.

Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass  
15 Kacheln, für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantwort eines der Gabor-Filter zu einer erkennbaren Richtung führte, mit einem an diese Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert werden, dass Kacheln, für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantworten der Gabor-Filter zu zwei benachbarten erkennbaren Richtungen führten, mit einem an eine mittlere Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert werden, dass  
20 Kacheln, für die keine Richtung ermittelt wurde oder für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantworten der Gabor-Filter zu zwei nicht benachbarten Richtungen führten, nicht gefiltert werden.

Diese Weiterbildung hat den Vorteil, dass die zur Binarisierung des Bildes dienenden  
25 Gabor-Filter dadurch genauer an die jeweilige Richtung der Strukturen angepasst werden können, dass mit dieser Weiterbildung Flächen geschaffen werden, deren Leisten-Richtungen zwischen den zuvor ermittelten Richtungen liegen. Wenn zuvor vier verschiedene Richtungen ermittelt wurden, ist es demnach möglich, Flächen mit acht verschiedenen Richtungen zu erzeugen und diese jeweils mit einem daran  
30 ausgerichteten Gabor-Filter zu filtern.

Um diese Gabor-Filterung mit einem noch geringeren Aufwand durchzuführen, kann vorgesehen sein, dass vor der Filterung mit den an die Richtung angepassten Gabor-Filtern das Bild binarisiert wird. Dabei hat sich als günstig herausgestellt, wenn zur Binarisierung des Bildes ein Schwellwert aus einem Histogramm des Bildes über den  
5 Bildelementen abgeleitet wird, in denen es eindeutige Richtungsinformationen gibt, und dass der Schwellwert derart gewählt wird, dass die Bildelemente jeweils zur Hälfte heller und dunkler als der Schwellwert sind.

Zum Abschluss des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dann vorgesehen, dass nach der  
10 Filterung mit den an die Richtung angepassten Gabor-Filtern eine weitere Binarisierung folgt. Diese Binarisierung kann dadurch sehr einfach vorgenommen werden, dass die Filterantworten der Gabor-Filter an ihrem Mittelwert frei sind und daher ein Schwellwert bei Null angesetzt werden kann.

15 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch das aufgenommene Bild eines Fingerabdruckes,

20 Fig. 2 die Richtungsbestimmung mit vier verschiedenen Gabor-Filtern und

Fig. 3 die Filterung mit acht verschiedenen Gabor-Filtern und das binarisierte Bild.

Das aufgenommene in Fig. 1 dargestellte Bild 1 ist ein Graustufenbild, das jedoch  
25 wegen der Erfordernisse an Patentzeichnungen lediglich Schwarz/Weiß wiedergegeben wurde. In dem Bild 1 sind verschiedene Störungen erkennbar. Außerdem zeichnet sich deutlich die Auflagefläche der Fingerkuppe gegenüber dem Hintergrund 4, das heißt dem nicht von der Fingerkuppe bedeckten Teil des Aufnahmebereichs des Sensors ab. Der größte Teil der Strukturen, die von Leisten 2 und Rillen 3 gebildet sind, sind für das  
30 menschliche Auge erkennbar. Eine automatische Auswertung wird jedoch durch die sichtbaren Störungen irritiert.

Das Bild 1 wird mit vier Gabor-Filtern 5, 6, 7, 8 gemäß Fig. 2 gefiltert. Die Kosinusfunktion ist jeweils durch Linien angedeutet, welche die Maxima darstellen, während die Länge der Linien auf die Gaußsche Glockenkurve hinweist. Dies geschieht kachelweise, was dem Fachmann an sich bekannt ist. Die Filter 5 bis 8 können bei dem  
5 erfindungsgemäßen Verfahren stark vereinfacht sein.

Bei einer Auflösung der Bilder von 500 dpi wurden gute Ergebnisse mit den folgenden Werten erzielt:

$$\begin{aligned} 10 \quad u_1 &= (-1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 1 \ 0 \ 0 \ -1 \ -1)^T, \\ v_1 &= (0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0)^T, \\ u_2 &= (0 \ 0 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0)^T, \\ v_2 &= (-1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)^T, \\ \\ G_1 &= u_1 v_1^T - u_2 v_2^T \\ G_2 &= v_1 u_1^T - v_2 u_2^T \\ 15 \quad G_3 &= v_1 u_1^T + v_2 u_2^T \\ G_4 &= u_1 v_1^T + u_2 v_2^T \end{aligned}$$

Die Filtermasken  $G_1, G_2, G_3, G_4$  haben das in Fig. 2 angedeutete Aussehen und verstärken jeweils die Rillen mit den Winkeln  $22,5^\circ, 67,5^\circ, 112,5^\circ$  und  $157,5^\circ$ . Die obige Zerlegung in Vektoren  $u_1, v_1, u_2$  und  $v_2$  ermöglicht eine schnelle Gabor-Filterung  
20 im Zeitbereich.

Nun werden die Varianzen der Filterantworten auf überlappenden Kacheln berechnet. Jede Kachel, in der mindestens eine der vier berechneten Varianzen einen gewissen – fest vorgegebenen – Schwellwert  $v_{\min}$  überschreitet, wird für die Berechnung eines  
25 adaptiven Schwellwertes  $v_{\text{adap}}$  herangezogen.  $N$  sei die Zahl der Kacheln mit dieser Eigenschaft. Alle Varianzen dieser Kacheln werden in einer Liste  $L$  gespeichert, so dass  $L$  insgesamt  $4N$  Werte umfasst. Mit Hilfe des an sich bekannten Quick-Median-Algorithmus, der das Auffinden eines Elementes bestimmten Ranges aus einer

5 unsortierten Liste ermöglicht, wird  $v_{\text{adap}}$  so bestimmt, dass die Anzahl der Werte in  $L$ , die  $v_{\text{adap}}$  überschreiten, das 7/4-fache von  $N$  beträgt (Es sollen also 9/16 der Werte in  $L$  kleiner als  $v_{\text{adap}}$  und 7/16 der Werte in  $L$  größer als  $v_{\text{adap}}$  sein). Der Schwellwert  $v_{\text{adap}}$  wird benutzt, um geglättete große zusammenhängende Bereiche einheitlicher Richtung zu finden.

Für jede Kachel des Bildes wird nun geprüft, ob aus den großen Bereichen einheitlicher Richtung eine eindeutige Richtungsinformation erhalten werden kann. Dies ist nicht der Fall, wenn an der entsprechenden Stelle überhaupt kein Bereich einheitlicher Richtung anzufinden ist, wenn sich an der entsprechenden Stelle genau zwei Bereiche überlappen, die orthogonal zueinander stehende Richtungen repräsentieren, oder wenn sich alle vier Richtungen an der entsprechenden Stelle wiederfinden. Die Bereiche ohne eindeutige Richtungsinformation werden von der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen. Welche Richtungsinformationen erhalten werden können, geht aus der folgenden Tabelle hervor. Dabei bedeutet eine 1 in einer der ersten vier Spalten, dass eine Kachel von einem großen zusammenhängenden Bereich mit der entsprechenden Vorzugsrichtung überdeckt wird. Mit den vier Filtern 5 bis 8 werden gemäß folgender Tabelle für acht Richtungen Flächen ermittelt, die bei 9 in Fig.2 dargestellt sind.

2,5°	67,5°	112,5°	157,5°	Richtung
0	0	0	0	nicht eindeutig
1	0	0	0	22,5°
0	1	0	0	67,5°
1	1	0	0	45,0°
0	0	1	0	112,5°
1	0	1	0	nicht eindeutig
0	1	1	0	90,0°
1	1	1	0	67,5°
0	0	0	1	157,5°
1	0	0	1	0,0°
0	1	0	1	nicht eindeutig
1	1	0	1	22,5°
0	0	1	1	135,0°
1	0	1	1	157,5°
0	1	1	1	112,5°
1	1	1	1	nicht eindeutig



Als nächstes wird ein Histogramm des Originalbildes 1 (Fig.1) über den Bildelementen erstellt, in denen es eine eindeutige Richtungsinformation gibt. Der Schwellwert  $b$  für die vorläufige Binarisierung des Bildes wird so gewählt, dass die Hälfte dieser

- 5 Bildelemente heller und die Hälfte dunkler als  $b$  sind. Da man es in der Regel nur mit einer begrenzten Zahl von Grauwerten im Originalbild zu tun hat, empfiehlt sich die Verwendung des Histogramms gegenüber der erneuten Verwendung des Quick-Median-Algorithmus. Das gesamte Bild wird binarisiert, indem die Bildelemente, die heller als  $b$  sind, auf eins gesetzt werden, und die Bildelemente, die dunkler als  $b$  sind, auf Null.

10

Nun wird das Binärbild in Abhängigkeit von der Richtungsinformation mit je einem von acht Gabor-Filtern gefaltet, was in Fig.3 dargestellt ist. Es wurde allerdings nicht das zu filternde Binärbild, sondern der Anschaulichkeit halber ein Abbild 10 der Flächen mit verschiedenen Richtungen dargestellt. Die auf die Filter weisenden Pfeile

15 sind nur von ausgewählten Flächenanteilen gezeigt.

Die Gabor-Filter werden nicht ganz so stark vereinfacht wie bei der ersten Faltung (Filterung). Man kommt jedoch wieder mit zerlegbaren Filtermasken mit einem relativ kleinen Wertebereich aus. Die Konstruktion der Filtermasken geschieht wie folgt:

20

$$u_0 = (1 \ -2 \ -6 \ -9 \ -6 \ 2 \ 12 \ 16 \ 12 \ 2 \ -6 \ -9 \ -6 \ -2 \ 1)^T$$

$$u_1 = (-1 \ -3 \ -7 \ -8 \ -4 \ 4 \ 12 \ 16 \ 12 \ 4 \ -4 \ -8 \ -7 \ -3 \ -1)^T$$

$$u_2 = (-3 \ -4 \ -5 \ -4 \ 1 \ 8 \ 14 \ 16 \ 14 \ 8 \ 1 \ -4 \ -5 \ -4 \ -3)^T$$

$$u_3 = (-1 \ 0 \ 2 \ 4 \ 8 \ 12 \ 15 \ 16 \ 15 \ 12 \ 8 \ 4 \ 2 \ 0 \ -1)^T$$

25  $u_4 = (3 \ 4 \ 7 \ 9 \ 12 \ 14 \ 15 \ 16 \ 15 \ 14 \ 12 \ 9 \ 7 \ 4 \ 3)^T$

$$v_1 = (3 \ 3 \ 1 \ -5 \ -11 \ -13 \ -9 \ 0 \ 9 \ 13 \ 11 \ 5 \ -1 \ -3 \ -3)^T$$

$$v_2 = (1 \ -1 \ -4 \ -8 \ -12 \ -12 \ -7 \ 0 \ 7 \ 12 \ 12 \ 8 \ 4 \ 1 \ -1)^T$$

$$v_3 = (-3 \ -4 \ -6 \ -8 \ -8 \ -7 \ -4 \ 0 \ 4 \ 7 \ 8 \ 8 \ 6 \ 4 \ 3)^T$$

30

$$G_0 = u_0 u_4^T$$

$$G_1 = u_1 u_3^T - v_1 v_3^T$$

$$G_2 = u_2 u_2^T - v_2 v_2^T$$

$$G_3 = u_3 u_1^T - v_3 v_1^T$$

$$G_4 = u_4 u_0^T$$

$$G_5 = u_3 u_1^T + v_3 v_1^T$$

$$G_6 = u_2 u_2^T + v_2 v_2^T$$

$$G_7 = u_1 u_3^T + v_1 v_3^T$$

- 5 Da die Gabor-Filter annähernd mittelwertfrei sind, kann als Schwellwert für das Ergebnis der Faltung Null zur Binarisierung bei 19 benutzt werden. Man setzt also überall dort das Bildelement auf Null, wo das Ergebnis der Faltung negativ ausfällt, und auf eins, wo das Ergebnis der Faltung positiv ist. Zusätzlich werden alle Bildelemente, an denen es keine eindeutige Richtungsinformation gibt, auf Null gesetzt. Als Ergebnis
- 10 erhält man das in Fig.3 dargestellte binäre Bild 20.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen, insbesondere Hautabdruckbildern,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Flächen ermittelt werden, die sich jeweils durch eine vorgegebene ungefähre  
5 Richtung der Strukturen auszeichnen und dass die ermittelten Flächen des Bildes mit jeweils einem an die Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Ermittlung der Flächen Kachel für Kachel, in welche das Bild aufgeteilt ist, mit weiteren Gabor-Filtern entsprechender Richtung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass vier weitere Gabor-Filter angewandt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Richtungen der weiteren Gabor-Filter durch die Winkel von 22,5°, 67,5°,  
20 112,5° und 157,5° zu einer Kante des Bildes bestimmt sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Ermittlung der Flächen aus den Filterantworten Kachel für Kachel, in welche das Bild aufgeteilt ist, jeweils eine Varianz der jeweiligen Filterantwort abgeleitet wird

- 5 und dass Kacheln mit einer Varianz, die größer als ein vorgegebener Schwellwert ist, der jeweiligen Fläche zugeordnet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

- 10 dass die Ableitung der Varianzen für Kacheln erfolgt, die sich überlappen.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei einer Auflösung von etwa 500 dpi die zur Ableitung der Varianz benutzten

- 15 Kacheln eine Größe von 16 x 16 Bildelementen aufweisen, die jeweils in Schritten von acht Bildelementen verarbeitet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass die Bildelemente durch Glättungsfilter an die jeweils überwiegende Umgebung des jeweiligen Bildelements angepasst werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 dass der Flächeninhalt der bisher ermittelten Flächen bestimmt wird und dass Flächen, deren Inhalt unter einer vorgegebenen Größe liegt, unterdrückt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Flächeninhalt durch Umfahren der Flächen mit Hilfe eines Kantenverfolgungsalgorithmus ermittelt wird.

5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass Kacheln, für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantwort eines der Gabor-Filter zu einer erkennbaren Richtung führte, mit einem an diese Richtung angepassten

10 Gabor-Filter gefiltert werden, dass Kacheln, für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantworten der Gabor-Filter zu zwei benachbarten erkennbaren Richtungen führten, mit einem an eine mittlere Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert werden, dass Kacheln, für die keine Richtung ermittelt wurde oder für die bei der Ermittlung der Richtung die Filterantworten der Gabor-Filter zu zwei nicht benachbarten Richtungen  
15 führten, nicht gefiltert werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass vor der Filterung mit den an die Richtung angepassten Gabor-Filtern das Bild  
20 binarisiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Binarisierung des Bildes ein Schwellwert aus einem Histogramm des Bildes  
25 über den Bildelementen abgeleitet wird, in denen es eindeutige Richtungsinformationen gibt, und dass der Schwellwert derart gewählt wird, dass die Bildelemente jeweils zur Hälfte heller und die Hälfte dunkler als der Schwellwert sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach der Filterung mit den an die Richtung angepassten Gabor-Filtern eine weitere
- 5 Binarisierung folgt.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen

- 5 Bei einem Verfahren zur Binarisierung von Bildern mit linienförmigen Strukturen, insbesondere Hautabdruckbildern, werden Flächen ermittelt, die sich jeweils durch eine vorgegebene ungefähre Richtung der Strukturen auszeichnen. Die ermittelten Flächen des Bildes werden mit jeweils einem an die Richtung angepassten Gabor-Filter gefiltert.

1/2

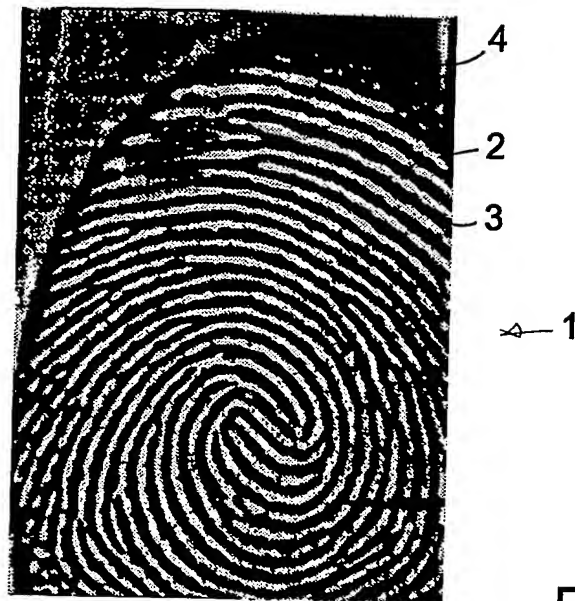


Fig.1

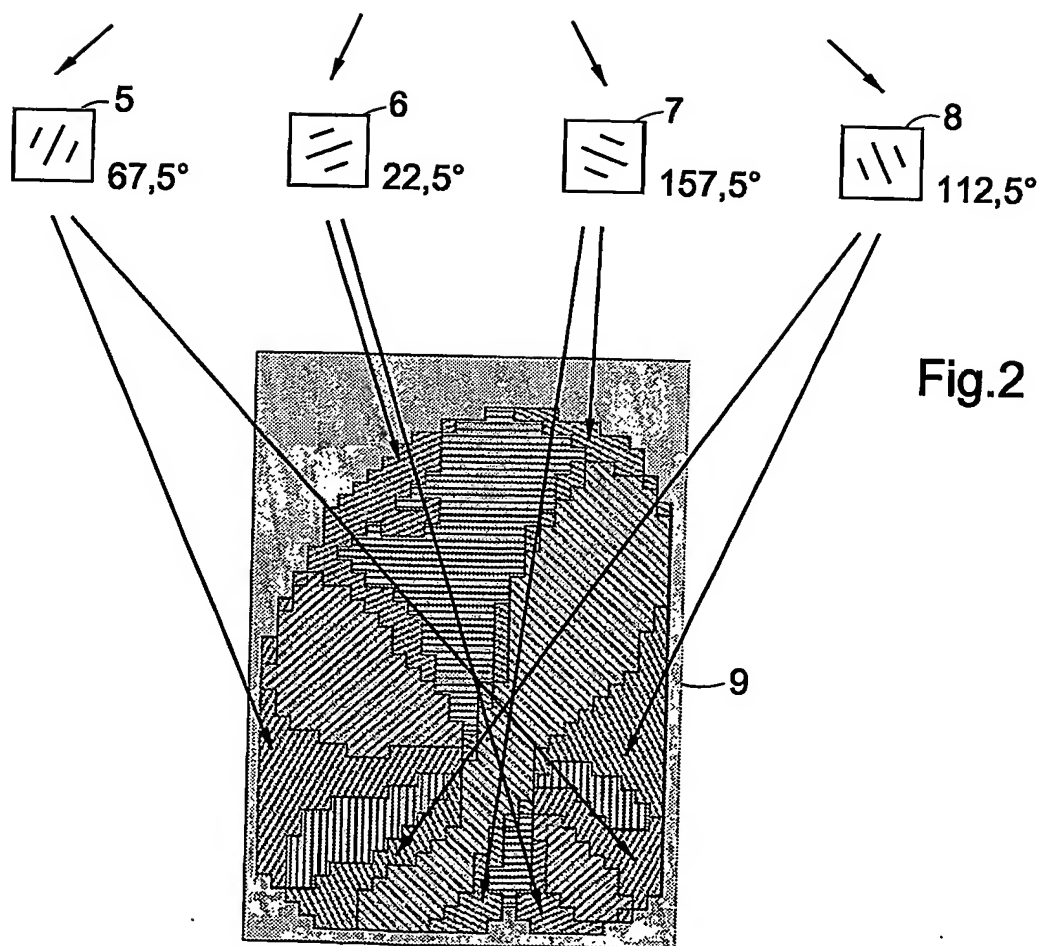


Fig.2



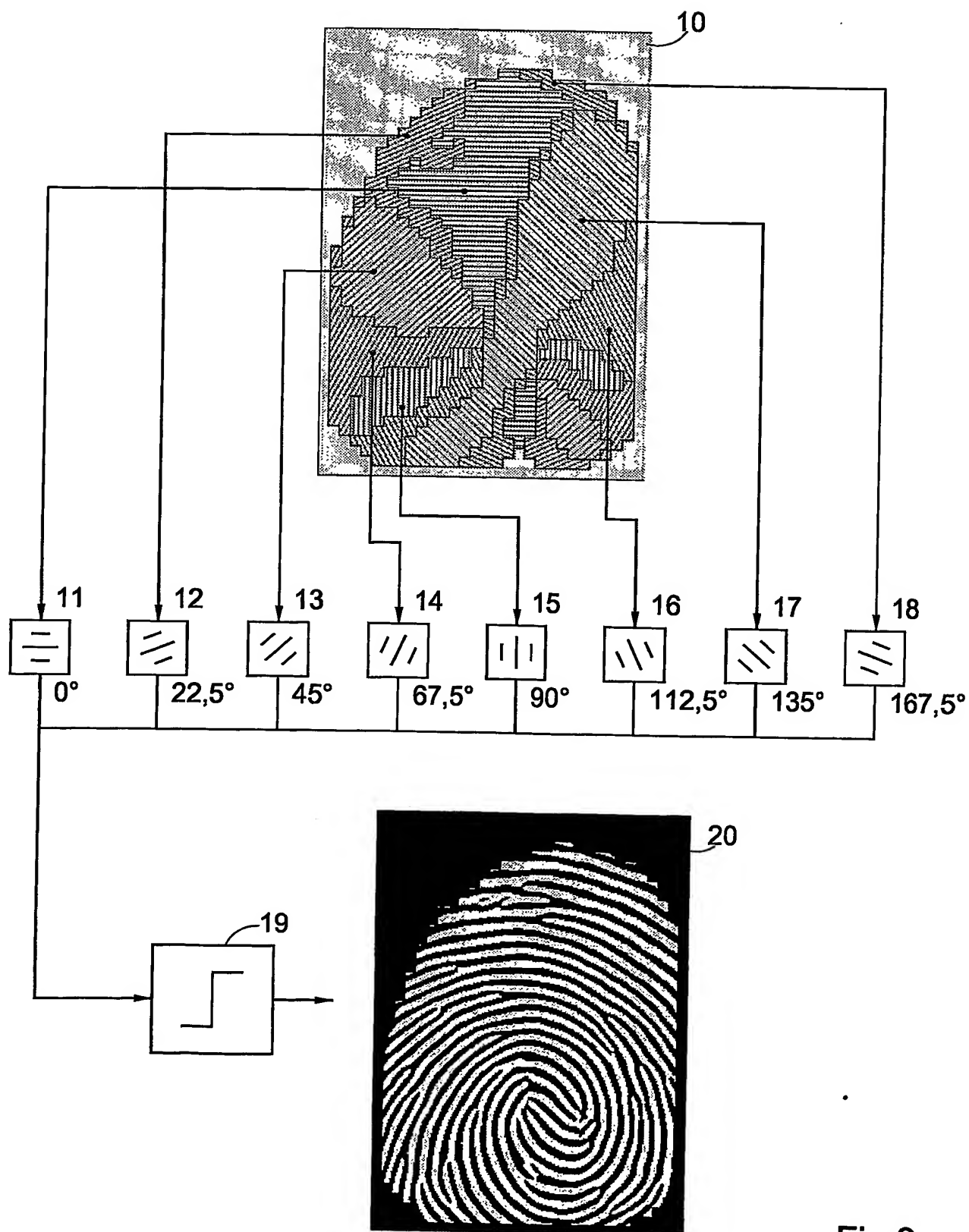


Fig.3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**